

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 9 1 9 5 7

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) Int. Cl.⁶

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

識別記号

庁内整理番号

9402 - 2 F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4

OL

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平5-236659

(22) 出願日 平成5年(1993)9月22日

(71) 出願人 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(72) 発明者 盛林 敏之

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

富士通テン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

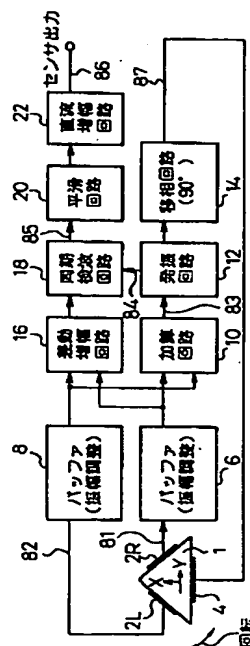
(54) 【発明の名称】 圧電振動ジャイロ

(57) 【要約】

【目的】 センサ性能の改善を図り、かつ、振動体の歩留まりの改善と調整方法の簡素化によりコストダウンを図った改良型の圧電振動ジャイロを提供する。

【構成】 三角柱状の振動体 1 と、その振動を検出する 2 つの検出用圧電素子 2 R、2 L と、振動体 1 を駆動する駆動用圧電素子 4 と、素子 2 R、2 L からの各出力信号の振幅をそれぞれ調整する 2 つのバッファ回路 6、8 と、回路 6、8 からの各出力信号を合成する合成回路 10 と、回路 10 からの出力信号に応じて発振する発振回路 12 と、回路 12 からの出力信号を移相し、素子 4 に印加する移相回路 14 と、バッファ回路 6、8 からの各出力信号の差を検出する検出回路 16 と、回路 16 からの出力信号を発振回路 12 からの出力信号に同期して検波する同期検波回路 18 と、回路 18 からの出力信号を平滑する平滑回路 20 と、回路 20 からの出力信号を増幅する増幅回路 22 と、を具備する。

第 1 の実施例



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 三角柱状の振動体 (1) と、
前記振動体 (1) の 2 つの側面にそれぞれ形成され、前記振動体 (1) の振動をそれぞれ検出する第 1 及び第 2 の検出用圧電素子 (2 R, 2 L) と、
前記振動体 (1) の他の 1 つの側面に形成され、前記振動体 (1) の振動を駆動する駆動用圧電素子 (4) と、
前記第 1 及び第 2 の検出用圧電素子 (2 R, 2 L) からの各出力信号の振幅をそれぞれ調整する第 1 及び第 2 のバッファ回路 (6, 8) と、
前記第 1 及び第 2 のバッファ回路 (6, 8) からの各出力信号を合成する合成回路 (10) と、
前記合成回路 (10) からの出力信号に応じて発振する発振回路 (12) と、
前記発振回路 (12) からの出力信号を移相し、前記駆動用圧電素子 (4) に印加する移相回路 (14) と、
前記第 1 及び第 2 のバッファ回路 (6, 8) からの各出力信号の差を検出する第 1 の検出回路 (16) と、
前記第 1 の検出回路 (16) からの出力信号を、前記発振回路 (12) からの出力信号に同期して検波する第 1 の同期検波回路 (18) と、
前記第 1 の同期検波回路 (18) からの出力信号を平滑する第 1 の平滑回路 (20) と、
前記第 1 の平滑回路 (20) からの出力信号を増幅する第 1 の増幅回路 (22) と、
を具備してなる圧電振動ジャイロ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の圧電振動ジャイロにおいて、
前記合成回路 (10) からの出力信号を整流する整流回路 (32) と、
前記整流回路 (32) からの出力信号の電圧と所定の基準電圧とを比較する比較回路 (34) と、
前記移相回路 (14) と前記駆動用圧電素子 (4) との間に挿入され、前記比較回路 (34) からの出力信号に応じて前記移相回路 (14) からの出力信号の振幅を制御する第 2 の増幅回路 (36) と、
を更に具備する圧電振動ジャイロ。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の圧電振動ジャイロにおいて、
前記第 1 の検出回路 (16) からの出力信号を、前記第 2 の増幅回路 (36) からの出力信号に同期して検波する第 2 の同期検波回路 (42) と、
前記第 2 の同期検波回路 (42) からの出力信号を平滑する第 2 の平滑回路 (44) と、
を更に具備し、前記第 1 の増幅回路 (22) に代えて、前記第 1 及び第 2 の平滑回路 (20, 44) からの各出力信号の差を検出する第 2 の検出回路 (46) 、
を具備する圧電振動ジャイロ。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の圧電振動ジャイロにおいて、

2

前記第 2 の平滑回路 (44) と前記第 2 の検出回路 (46) との間に挿入され、零点電圧の温度補償をするための温度補償回路 (50) 、
を更に具備する圧電振動ジャイロ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車の姿勢制御やナビゲーションシステムにおいて回転角速度を検出するために使用される振動ジャイロに関し、特に、恒弾性材料からなる振動体に圧電素子を接着した圧電振動ジャイロに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来技術に係る圧電振動ジャイロとして、特開平 3-172714 号、特開平 4-106409 号、特開平 4-106410 号、特開平 4-106411 号及び特開平 5-45167 号などの各公報に開示されたものがある。これらの圧電振動ジャイロにおいては、正三角柱状の振動体が使用されており、いずれもその三角柱状の振動体の 3 つの側面に形成された圧電素子のうち、2 つの圧電素子を振動子の駆動用かつ振動の検出用として兼用することを前提としている。

【0003】 図 10 は、このような従来の圧電振動ジャイロの基本回路構成を示すブロック図、図 11 は、図 10 の回路における各部信号のタイミングチャートである。振動体 101 には、2 つの駆動用かつ検出用圧電素子 102 R, 102 L と、帰還用圧電素子 104 とが形成されて振動子となり、それに発振回路 112、移相回路 114 及び位相調整回路 105 が図 10 に示すように接続されて、振動体 101 は帰還用圧電素子 104 の面に直行する方向に振動せしめられる。このとき、圧電素子 102 R, 102 L の出力信号 181 及び 182 は、同位相であり、かつ振幅も振幅調整回路 106 により等しくなるよう調整されて、差動増幅回路 116 の出力は 0 となる。

【0004】 そして、このような圧電振動ジャイロを、振動体 101 の軸を中心として回転すると、回転の角速度に応じたコリオリ力が働き、振動方向は無回転時の振動方向からずれる。すなわち、圧電素子 102 R, 102 L の出力信号 181 及び 182 は、図 11 に示すように、無回転時の駆動信号と、その駆動信号に対し 90° の位相差を有するコリオリ信号とを合成したものとなる。そして、圧電素子 102 R の信号 181 におけるコリオリ信号成分と、圧電素子 102 L の信号 182 におけるコリオリ信号成分とは、逆位相となる。したがって、差動増幅回路 116 により、コリオリ信号成分のみ検出することが可能となる。

【0005】 また、帰還用圧電素子 104 の出力信号 183 は、図 11 に示すように、移相回路 114 により駆動信号に対し 90° の位相差を有するように調整されるため、発振回路 112 の出力信号 184 は図 11 に示す

10

20

30

40

50

通りとなる。そこで、同期検波回路 118 において、差動増幅回路 116 の出力を信号 184 に同期して検波すれば、その出力信号 185 は、図 11 に示すようなコリオリ信号となる。さらに、信号 185 を平滑回路 120 で平滑し、その出力を直流増幅回路 122 で増幅すれば、コリオリ力すなわち回転の角速度に比例した出力 186 が得られる。

【0006】さらに、従来、以上の基本回路に加えて、感度補償回路及び零点電圧（振動ジャイロセンサに角速度が印加されていないときのセンサの出力電圧）補償回路を設けることも提案されており、その回路構成を図 12 に示す。この図に示すように、感度補償回路 130 は、半波整流回路 132、比較回路 134 及び増幅回路 136 によって構成される。また、零点電圧補償回路 140 は、同期検波回路 142、平滑回路 144 及び（図 10 の直流増幅回路 122 に代わる）差動増幅回路 146 によって構成される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の圧電振動ジャイロは、次のような問題点を有している。第 1 の問題点は、前述のように 2 つの圧電素子を振動子の駆動用かつ振動の検出用として兼用しているため、振動体そのものがもつ感度を犠牲にしていることである。すなわち、駆動信号に重畳するコリオリ力による信号を取り出すためには、振動体を駆動する発振回路の出力インピーダンスをある程度大きくしなければ、コリオリの信号が駆動信号に埋もれてしまう。これを防ぐためには、発振回路の出力インピーダンスを大きくせざるを得ないが、その結果、振動体を十分に振動させるだけの駆動電流が供給できなくなる。このため、処理回路側のゲインを上げることで従来対応してきたが、それにより処理回路が外来ノイズの影響を受けやすくなってしまふ。さらに、高精度の増幅回路が必要となる。

【0008】また、第 2 の問題点は、2 つの圧電素子を振動子の駆動用かつ振動の検出用に兼用しているため、2 つの圧電素子の温度ドリフト及び経時変化がセンサ性能に著しく影響することである。具体的には、駆動用としての圧電素子の逆圧電効果、振動検出用としての圧電素子の圧電効果、及び、圧電素子が持つ容量、の 3 つの特性全てに温度ドリフト及び経時変化があるため、センサ性能への影響は複雑となり、処理回路での補正が困難な状況になっていることである。

【0009】かかる実情に鑑み、本発明の目的は、従来技術が抱える上記の問題点を処理回路のみの改良で対応し、センサ性能そのものの改善を図るとともに、振動体の歩留まりの改善と調整方法の簡素化によるコストダウンを図った、改良型の圧電振動ジャイロを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく案

出された、本発明に係る第 1 の圧電振動ジャイロは、三角柱状の振動体と、前記振動体の 2 つの側面にそれぞれ形成され、前記振動体の振動をそれぞれ検出する第 1 及び第 2 の検出用圧電素子と、前記振動体の他の 1 つの側面に形成され、前記振動体の振動を駆動する駆動用圧電素子と、前記第 1 及び第 2 の検出用圧電素子からの各出力信号の振幅をそれぞれ調整する第 1 及び第 2 のバッファ回路と、前記第 1 及び第 2 のバッファ回路からの各出力信号を合成する合成回路と、前記合成回路からの出力信号に応じて発振する発振回路と、前記発振回路からの出力信号を移相し、前記駆動用圧電素子に印加する移相回路と、前記第 1 及び第 2 のバッファ回路からの各出力信号の差を検出する第 1 の検出回路と、前記第 1 の検出回路からの出力信号を、前記発振回路からの出力信号に同期して検波する第 1 の同期検波回路と、前記第 1 の同期検波回路からの出力信号を平滑する第 1 の平滑回路と、前記第 1 の平滑回路からの出力信号を増幅する第 1 の増幅回路と、を具備してなるものである。

【0011】また、本発明に係る第 2 の圧電振動ジャイロは、前記第 1 の圧電振動ジャイロにおいて、前記合成回路からの出力信号を整流する整流回路と、前記整流回路からの出力信号の電圧と所定の基準電圧とを比較する比較回路と、前記移相回路と前記駆動用圧電素子との間に挿入され、前記比較回路からの出力信号に応じて前記移相回路からの出力信号の振幅を制御する第 2 の増幅回路と、を更に具備するものである。

【0012】また、本発明に係る第 3 の圧電振動ジャイロは、前記第 2 の圧電振動ジャイロにおいて、前記第 1 の検出回路からの出力信号を、前記第 2 の増幅回路からの出力信号に同期して検波する第 2 の同期検波回路と、前記第 2 の同期検波回路からの出力信号を平滑する第 2 の平滑回路と、を更に具備し、前記第 1 の増幅回路に代えて、前記第 1 及び第 2 の平滑回路からの各出力信号の差を検出する第 2 の検出回路、を具備するものである。

【0013】また、本発明に係る第 4 の圧電振動ジャイロは、前記第 3 の圧電振動ジャイロにおいて、前記第 2 の平滑回路と前記第 2 の検出回路との間に挿入される温度補償回路を更に具備するものである。

【0014】

【作用】上記の如く構成された第 1 の圧電振動ジャイロにおいては、第 1 及び第 2 の検出用圧電素子からの各出力信号は、第 1 及び第 2 のバッファ回路においてその振幅をそれぞれ調整され、次いで合成回路において合成されることにより、コリオリ信号成分が相殺されて駆動信号成分のみとなる。そして、その出力信号に応じて発振する信号が発振回路により得られる。発振回路からの出力信号は、移相回路において移相され、駆動用圧電素子に印加されることにより、振動が継続する。また、第 1 及び第 2 のバッファ回路からの各出力信号は、第 1 の検出回路に入力されてその差すなわちコリオリ信号成分が

検出される。その第 1 の検出回路からの出力信号は、第 1 の同期検波回路において、発振回路からの出力信号に同期して検波され、第 1 の平滑回路において平滑され、さらに第 1 の増幅回路において増幅されることにより、コリオリ力すなわち回転角速度に応じた直流信号が得られる。

【0015】また、本発明に係る第 2、第 3 及び第 4 の圧電振動ジャイロにおいてもその基本的作用は同一であるが、その性能が改善される。以上の作用の詳細は、次の実施例の説明においてより一層明らかとなるであろう。

【0016】

【実施例】以下、添付図面の図 1～図 9 を参照して本発明の実施例を説明する。

【0017】図 1 は、本発明の第 1 の実施例、すなわち本発明に係る第 1 の圧電振動ジャイロの実施例、の回路構成を示すブロック図である。この図において、符号 1 は振動体、2R は振動検出用圧電素子（R 側）、2L は振動検出用圧電素子（L 側）、4 は駆動用圧電素子、6 は第 1 のバッファ回路、8 は第 2 のバッファ回路、10 は前記合成回路としての加算回路、12 は発振回路、14 は移相回路、16 は前記第 1 の検出回路としての差動増幅回路、18 は第 1 の同期検波回路、20 は第 1 の平滑回路、22 は前記第 1 の増幅回路としての直流増幅回路、である。また、図 2 は、その図 1 の回路における各部信号のタイミングチャートである。以下、第 1 実施例の動作を説明する。

【0018】検出用圧電素子 2R、2L から出力される帰還信号 81、82 は、バッファ回路 6、8 にて振幅調整され、次いで加算回路 10 にて合成されて信号 83 となる。この信号 83 が発振回路 12 に印加され、その出力が移相回路 14 にて 90° 位相をずらされて、振動体 1 の駆動用圧電素子 4 に印加されることにより、自励発振回路が構成される。

【0019】振動体 1 は図 1 に示される X 軸方向に振動するが、この状態で振動体 1 が図 1 中の矢印方向に回転すると、Y 軸方向に回転角速度に比例したコリオリの力が作用する。このコリオリの力は、図 2 の信号 81、82 に示すように、各検出用圧電素子の帰還信号に同期して重畳する。信号 81、82 の帰還信号は、あらかじめ同位相で、同振幅に調整されているが、コリオリによる信号は、図 2 の信号 81、82 に示すように逆位相となるため、加算回路 10 で信号 81、82 を合成すると、信号 83 のように帰還信号のみが取り出せる。

【0020】差動増幅回路 16 及び同期検波回路 18 において、帰還信号 83 に同期して信号 81、82 の差分を求めることで、信号 85 に示すコリオリ信号のみが検出できる。信号 85 のコリオリ信号を平滑回路 20 で平滑し、直流増幅回路 22 で所望の値まで増幅することにより、図 2 の信号 86 に示すような、回転角速度に比例

したアナログ出力が得られることとなる。

【0021】次に、本発明の第 2 の実施例すなわち本発明に係る第 2 の圧電振動ジャイロの実施例を、図 3 のブロック回路図及び図 4 のタイミングチャートにより説明する。この第 2 実施例の基本動作は、第 1 実施例と全く同じである。異なる点は、センサ感度が環境変化やセンサ各部の経時変化により変動することを防ぐため、半波整流回路 32、比較回路 34 及び増幅回路 36 からなる感度補償回路 30 を設けたことにある。

【0022】圧電振動ジャイロセンサの感度は、振動体を構成する恒弾性材や 3 つの圧電素子の機械的特性や電気的特性の変化、及び発振回路の出力特性等に大きく左右される。影響の程度は、加算回路 10 の出力より得られる信号 83 の帰還信号の振幅の変化となって現れる。したがって、この帰還信号の振幅が常に一定となるように制御すれば、この問題は解決可能である。以下に、感度補償回路 30 の動作原理を説明する。

【0023】加算回路 10 より出力される帰還信号 83 を半波整流回路 32 により半波整流した波形が図 4 の信号 88 である。比較回路 34 において、この信号 88 を平滑し（信号 89）、あらかじめ設定された基準電圧 VA と比較して、信号 89 が一定（VA）となるように増幅回路 36 を制御する。この結果、信号 83 は、常に一定の振幅となるよう制御される。また、図 4 の信号 83' は、感度補償の有無による、帰還信号 83 の波形の相違を示したものである。なお、第 2 実施例に示す半波整流回路 32 に代えて、全波整流回路としてももちろんかまわない。

【0024】次に、本発明の第 3 の実施例すなわち本発明に係る第 3 の圧電振動ジャイロの実施例を、図 5 のブロック回路図及び図 6 のタイミングチャートにより説明する。この第 3 実施例の基本動作は、第 2 実施例と全く同じである。異なる点は、環境変化や経時変化により発生する検出用圧電素子 2R、2L のアンバランスによるセンサの零点電圧のドリフト分を検出する回路を設けたことにある。この零点電圧補償回路 40 は、図 5 に示すように、同期検波回路 42、平滑回路 44 及び（直流増幅回路 22 に代わる）差動増幅回路 46 によって構成される。以下、零点電圧補償回路 40 の動作原理を説明する。

【0025】周囲の環境変化や経時変化によって検出用圧電素子 2R、2L に発生するアンバランスは、図 6 の信号 81、82 に示すように、振幅差及び位相差となって現れることが実験結果により知られている。第 1 の同期検波回路 18 は、信号 81、82 の振幅差を主に検出できるように、検波タイミングが設定されているため、検波信号 85 には、コリオリによる信号とドリフト成分（振幅差分）とが検出される。第 2 の同期検波回路 42 は、信号 81、82 の位相差を主に検出できるように、検波タイミングが設定されているため、検波信号 90 に

は、ドリフト成分（位相差分）のみが検出される。なお、コリオリによる信号には位相差が発生しないため、信号 90 にはコリオリ信号が検出されない。図 7 に示すように、ドリフトの振幅差分（信号 92）とドリフトの位相差分（信号 91）は、類似した傾向を示すことが判っているため、差動増幅回路 46 にてこの信号 91 を信号 92 から適度に差し引くことによって、センサ出力 86 に現れるドリフトを改善することが可能となる。

【0026】次に、本発明の第 4 の実施例すなわち本発明に係る第 4 の圧電振動ジャイロの実施例を、図 8 のブ
ロック回路図及び図 9 の特性図により説明する。この第
4 実施例の基本動作は、第 3 実施例と全く同じである。
異なる点は、センサの零点電圧のドリフト分を補償する
回路にさらに温度補償回路 50 を追加し、ドリフトに対
する補償をより高性能に実行できるようにしたことにある。
以下、その動作について説明する。

【0027】前述の第 3 実施例では、信号 91 と信号 92 の波形を一致させるため、信号 91 の VREF（基準電圧）からの偏差が $1/n$ （ n は任意に設定可能な定数）となるように信号 91 を加工していたが、それで
は、図 9 に示すように、信号 92 と完全に一致させることができないという問題点が残っている。この問題点を
解決するため、 $1/n$ の n が温度によって変化するよう
な温度補償回路 50 を設けることにより、信号 92 とほ
ぼ完全に一致する信号 93 を得ることが可能となる。

【0028】以上、本発明の実施例について述べてきたが、もちろん本発明はこれに限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、様々な実施例を案出することは当業者にとって容易なことであろう。

【0029】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

（1）本発明に係る第 1 の圧電振動ジャイロにおける効果

検出用圧電素子と駆動用圧電素子とを独立して設定しているため、発振回路の出力インピーダンスを小さくすることができ、その結果、振動体そのものの感度を従来方式に比べ、約 10 倍上げることができる。すなわち、外乱ノイズに対する耐性の向上と処理回路の簡素化によるコストダウンが可能となる。従来は、左右 2 つの圧電素子で振動体を振動させていたため、左右の圧電素子のアンバランスがそのまま振動方向を変化させ、これがそのままドリフト成分として出力されていた。本発明では、駆動用圧電素子を 1 枚としたため、振動方向が変化することなく、周囲環境や経時変化の影響を受けにくい。

【0030】（2）本発明に係る第 2 の圧電振動ジャイロにおける効果

感度補償回路の目的は、センサに回転角速度が加わっていないときの検出用圧電素子からの信号の振幅が常に一定となるようにすることである。しかしながら、従来技

術に係る感度補償方式は、図 12 に示す帰還用圧電素子の出力信号を使って間接的に補償しようとするため、帰還用圧電素子や振動子等その他の誤差要因が介在して高精度な調整ができない。また、誤差要因を打ち消すための調整が別途必要となっていた。本発明は、左右の検出用圧電素子の出力信号を合成することにより、センサに回転が加わっているときでも常に一定の出力が得られることに着目し、この合成波形の振幅が常に一定となるよう感度補償をすることで完全な自動補償を実現する。

【0031】（3）本発明に係る第 3 の圧電振動ジャイロにおける効果

本発明に係る第 2 の圧電振動ジャイロにおいて残された零点電圧のドリフト補償を、ドリフト検出回路を追加することで改善できる。第 3 の圧電振動ジャイロの採用により、第 2 の圧電振動ジャイロに比較して、零点電圧のドリフトは約 $1/3$ になることが確認されている。

【0032】（4）本発明に係る第 4 の圧電振動ジャイロにおける効果

第 3 の圧電振動ジャイロにおける零点電圧のドリフト補償の性能をさらに改善させるため、ドリフト検出回路に温度補償回路を追加したものであり、第 2 の圧電振動ジャイロに比較して、零点電圧のドリフトは約 $1/10$ になることが確認されている。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例に係る圧電振動ジャイロの回路構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 の回路における各部信号のタイミングチャートである。

【図 3】本発明の第 2 の実施例に係る圧電振動ジャイロの回路構成を示すブロック図である。

【図 4】図 2 の回路における各部信号のタイミングチャートである。

【図 5】本発明の第 3 の実施例に係る圧電振動ジャイロの回路構成を示すブロック図である。

【図 6】図 5 の回路における各部信号のタイミングチャートである。

【図 7】図 5 の回路における信号の温度特性を示す図である。

【図 8】本発明の第 4 の実施例に係る圧電振動ジャイロの回路構成を示すブロック図である。

【図 9】図 8 の回路における信号の温度特性を示す図である。

【図 10】従来技術に係る第 1 の圧電振動ジャイロの回路構成を示すブロック図である。

【図 11】図 10 の回路における各部信号のタイミングチャートである。

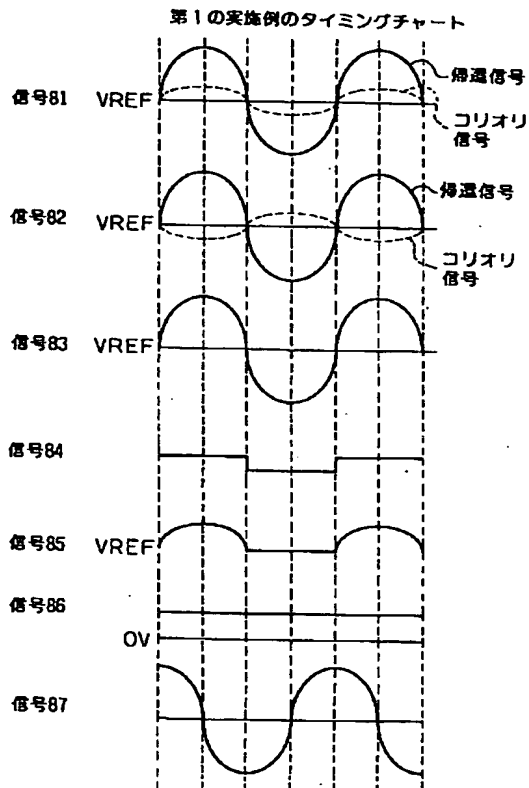
【図 12】従来技術に係る第 2 の圧電振動ジャイロの回路構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

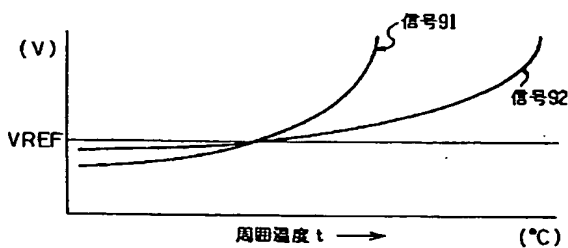
1…振動体

- 2 R…振動検出用圧電素子 (R側)
 2 L…振動検出用圧電素子 (L側)
 4…駆動用圧電素子
 6…第1のバッファ回路
 8…第2のバッファ回路
 10…加算回路
 12…発振回路
 14…移相回路
 16…差動増幅回路
 18…同期検波回路
 20…平滑回路

【図2】

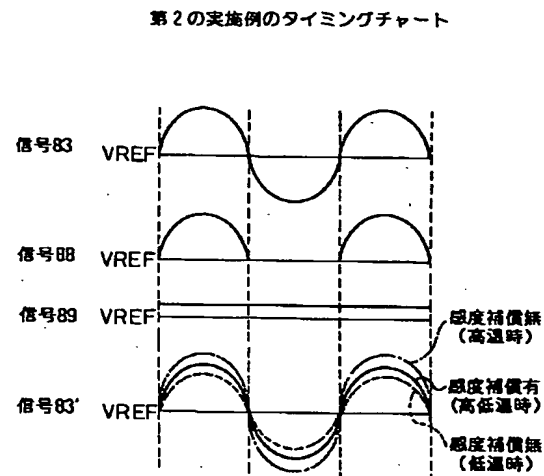


【図7】

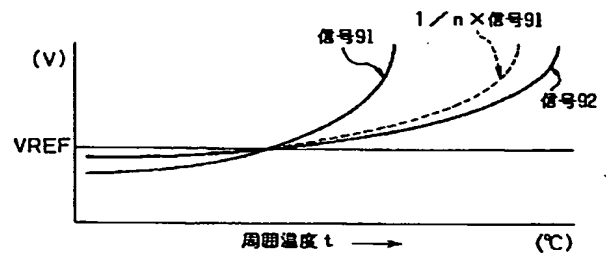


- 22…直流増幅回路
 30…感度補償回路
 32…半波整流回路
 34…比較回路
 36…増幅回路
 40…零点電圧補償回路
 42…同期検波回路
 44…平滑回路
 46…差動増幅回路
 10 50…温度補償回路

【図4】

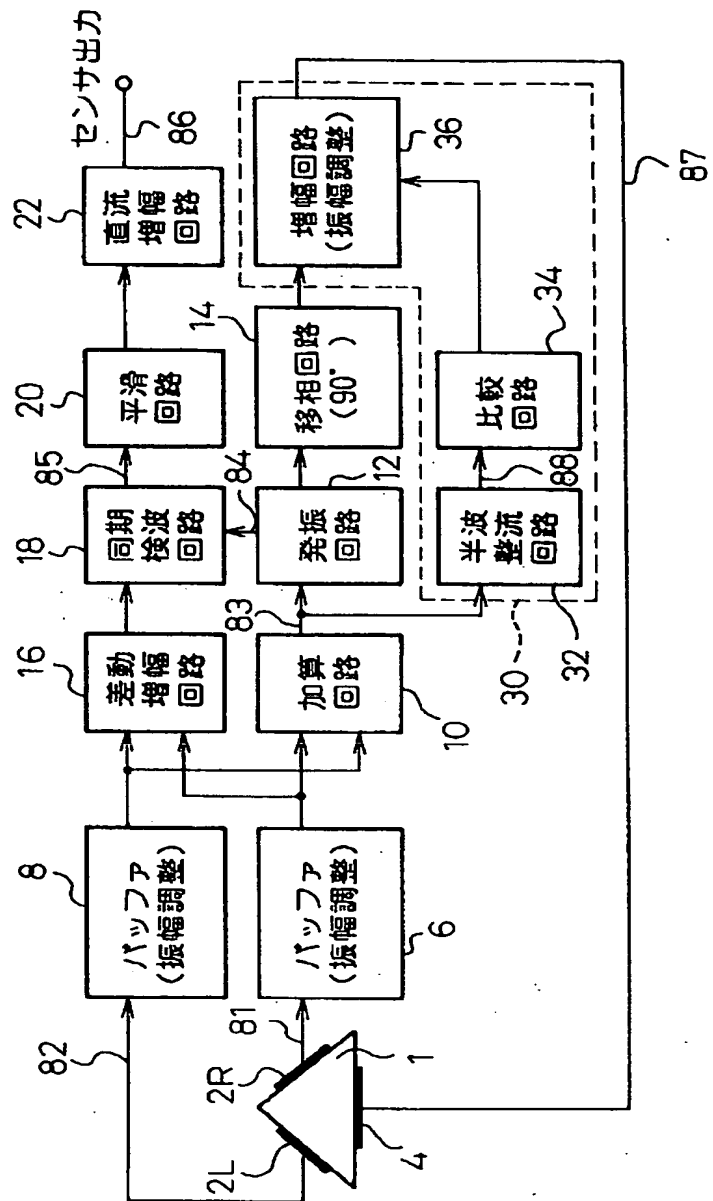


【図9】



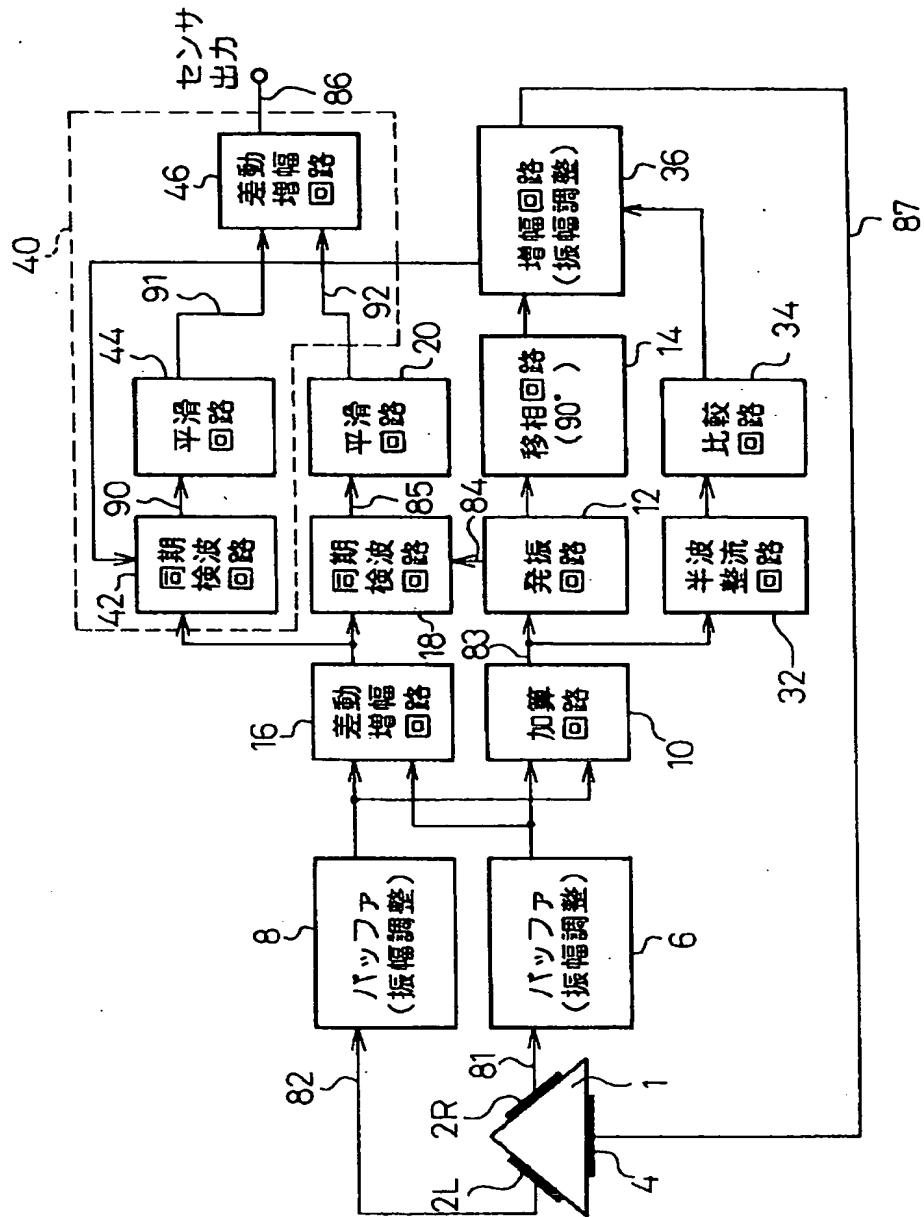
【図 3】

第 2 の実施例



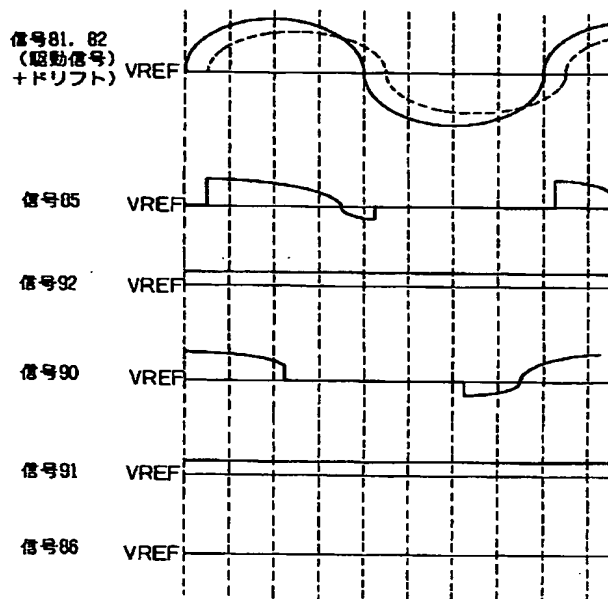
【図5】

第3の実施例



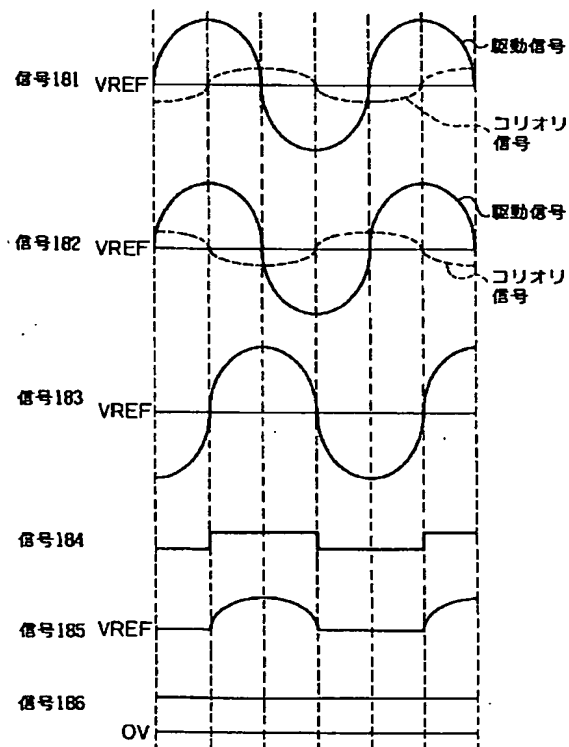
【図6】

第3の実施例のタイミングチャート



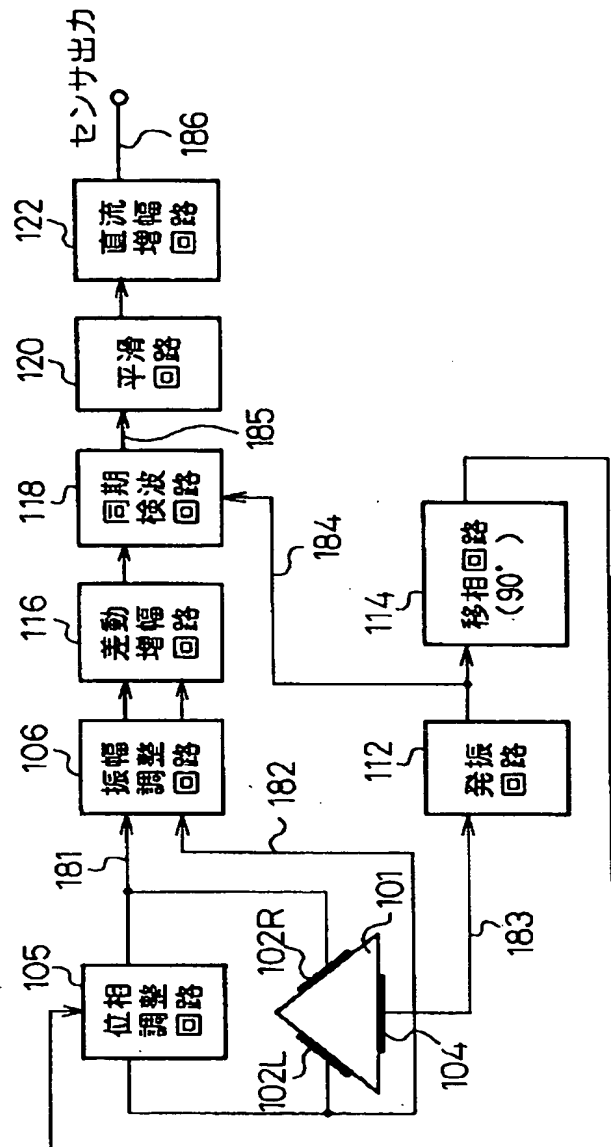
【図11】

第1の従来例のタイミングチャート

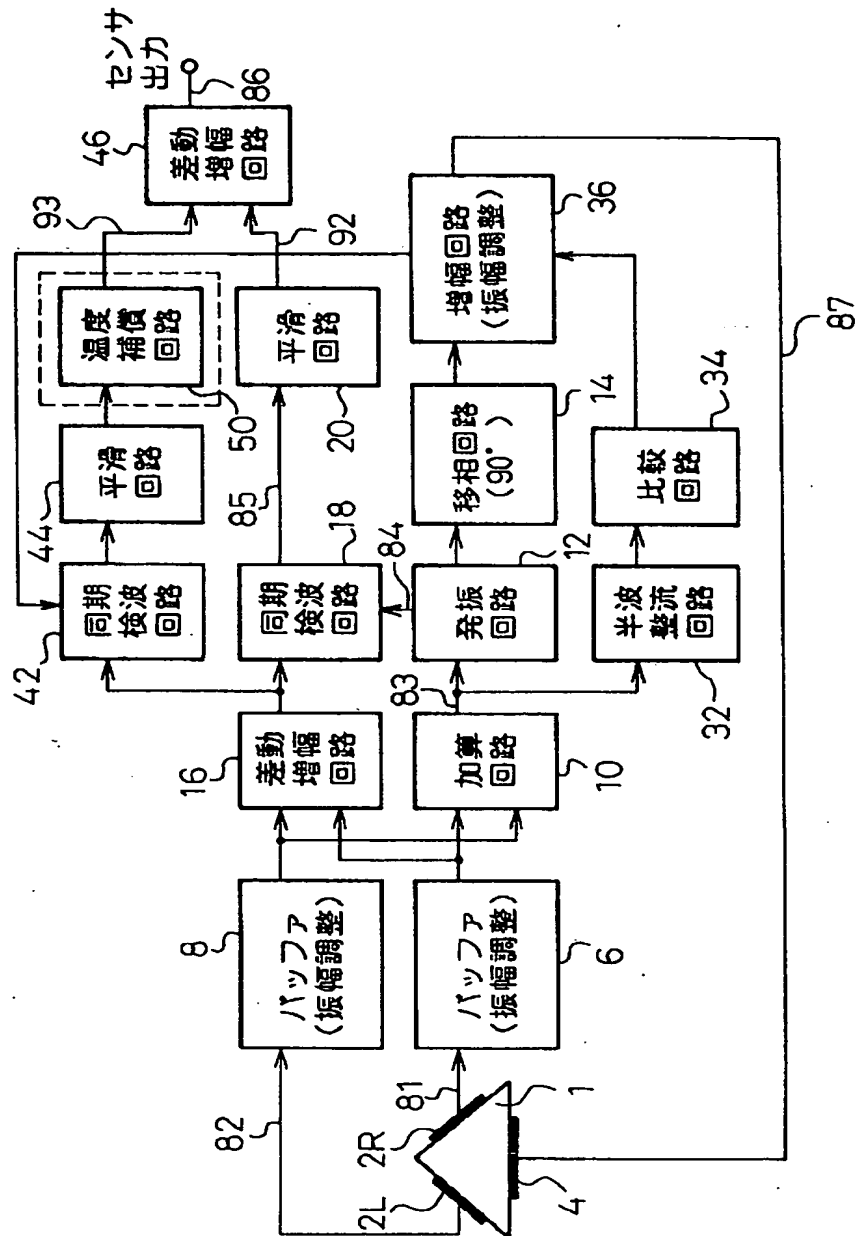


【図10】

第1の従来例



第 4 の実施例



【図 12】

第 2 の従来例

